

щинообразование железобетонных элементов при поперечном изгибе: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / ВЗИСИ. – М., 1982. – 41 с.

15.Погребной В.В. Прочность бетонных и железобетонных элементов при срезе: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Полтав. гос. техн. ун-т им. Юрия Кондратюка. – Полтава, 2000. – 236 с.

16.Пособие по проектированию жилых зданий / ЦНИИЭП жилища Госкомархитектуры. Вып.3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85). – М.: Стройиздат, 1989. – 304 с.

17.Прочность и жесткость стыковых соединений панельных конструкций. Опыт СССР и ЧССР / Е.Горачек, В.И.Лишак, Д.Пуме и др.; Под ред. В.И.Лишака. – М.: Стройиздат, 1980. – 192 с.

18.Рекомендации по расчету крупнопанельных зданий на сейсмические воздействия с учетом развития неупругих деформаций. – Ташкент: ТашЗНИИЭП, 1983. – 53 с.

19.Рохлин И.А., Бондарев В.А., Альтштейн Л.Я., Доренбаум И.В. Исследование работы стыков сборных железобетонных оболочек // Строительные конструкции: Межвед. сб. Вып. VIII. – М., 1967. – С.22-28.

20.Шахнович Ю.Г., Джалаиров А.К., Жансеитова И.Ф. Исследование сейсмостойких сооружений и конструкций // Труды КПСНИИП. Вып.12. – Алма-Ата, 1981. – С.81-87.

21.Яшин А.В. К расчету шпоночных соединений // Бетон и железобетон. – 1978. – №6. – С.17-18.

22.Araujo D. L., El Debs M. K. Strength of shear connection in composite bridges with precast decks using high performance concrete and shear-keys. Materials and Structures. Vol 38. March 2005, p.p. 173-181.

23.Nielsen M.P., Limit analysis and concrete plasticity, 2nd ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1998, 906 pp.

24.Rombach G. Precast segmental box girder bridges with external prestressing design and construction. Technical University, Hamburg, Germany. INSA Rennes, Feb. 2002.

25.Sami Hanna Megally, Pedro F. Silva, Frieder Seible. Seismic response of sacrificial shear keys in bridge abutments, Report No. SSR-2001/23, Department of Structural Engineering University of California, San Diego La Jolla, California, May 2002, 198 pp.

26.Zech, U. I. Joints in large panel precast concrete structures, Seismic Resistance of Precast Concrete Panel Buildings, Report No. 1, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, January 1976, 174 pp.

Отримано 16.03.2007

УДК 620.172.24 : 621.882.64 : 624.078

М.М.ГУБИЙ, канд. техн. наук, О.С.КОВАЛЕНКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ОБГРУНТУВАННЯ НОРМАТИВНИХ І РОЗРАХУНКОВИХ ВЕЛИЧИН ОПОРУ НА ЗРІЗ І ВИРИВАННЯ РОЗПІРНИХ АНКЕРІВ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗОВНІШНЬОГО УТЕПЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Вказується на недостатнє вивчення проблеми міцності розпірних анкерів, які працюють у кам'яній кладці і керамзитобетоні та відсутність нормативної бази. Пропонується методика визначення нормативних і розрахункових величин опору анкерних кріплень відповідно до положень розрахунку конструкцій за граничними станами.

Відповідно до Національної програми енергозбереження, в Україні необхідно провести утеплення стін практично всіх існуючих цивільних будівель.

З усіх типів теплоізоляційно-оздоблювальних систем найбільш ефективними і довговічними є вентиляовані фасади із захисним екраном (сайдингом) з металевих, керамічних, скляних панелей (листів) [1]. Несучі профілі та кронштейни сайдингу кріпляться до стін розпірними анкерами, які поки що не виробляються в Україні й експортуються з країн Євросоюзу.

В нашій країні відсутня інструктивно-нормативна база з питань проектування анкерної техніки, а норми країн Євросоюзу не адаптовані до українських вимог, що є серйозною перешкодою для впровадження анкерних кріплень і реалізації програми енергозбереження.

Дослідження з указаної проблеми проводилися в лабораторіях виробників анкерної техніки (Fisher, Hilti, Mungo та ін.), на підставі яких створено метод розрахунку анкерних кріплень („метод СС”) [2-4]. Основою для розрахунку кріплень є рекомендована виробником базова величина розрахункового опору для одного анкера в бетоні міцністю С 20/25 за ENV206. Вплив напряму прикладання зовнішнього навантаження, глибини анкерування, відстані між осями анкерів та до грані бетонного елемента, а також збільшення міцності бетону понад 30 МПа враховується системою коефіцієнтів запасу (надійності).

В Україні перші дослідження роботи розпірних анкерів, започатковані в ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка [5], показали, що при розрахунку несучої здатності окремого анкера (групи анкерів) потрібно використовувати складнішу систему коефіцієнтів надійності та запроваджувати коефіцієнти умов роботи.

Відомо, що стіни існуючих цивільних будівель, які підлягають утепленню, переважно виготовлені з кам'яної кладки та керамзитобетону, міцність і однорідність яких не дуже висока.

В Європі й Україні не розроблено рекомендацій з розрахунку анкерних кріплень у кам'яній кладці та бетоні міцністю 1,5-10,0 МПа. Основна причина цієї проблеми – визначення нормативного і розрахункового опору розпірних анкерів у таких гетерогенних матеріалах.

На підставі аналізу зарубіжних даних і власних досліджень [5, 6] пропонується методика визначення нормативних і розрахункових величин опору зрізу R_Q і вириванню R_N окремих розпірних болтів у кам'яній кладці і бетоні.

Об'єктом досліджень є напружено-деформований стан сталевих болтів з розпірною гільзою та матеріалів основи анкерного кріплення. В

дослідах використовувалися найбільш економічні анкерні болти (фірми «ОМАХ») діаметром 8, 10, 12, 16, 20 мм, розпірна частина яких утворюється кінцевою частиною гільзи, що деформується під час переміщення шпильки з конусом на кінці. Матеріал болтів – сталь класу 8.8 за ISO 898.T1. Матеріал основи – кам'яна кладка (з повнотілої керамічної цегли М 75 – М 150 на розчині М 25 – М 100) та керамзитобетон міцністю В 7,5 - В 12,5 (міцність керамзиту при стисканні в циліндрі, відповідно до вимог ГОСТ 9758-86 і ДСТУ Б.В.2.7-17-95 становила 1,6-2,2 МПа).

Після реалізації плану повнофакторного експерименту [5] другого порядку (при трьох факторах і п'яти рівнях варіювання) було отримано 180 експериментальних значень опору анкерних кріплень виривання і зрізу.

Опір анкерних кріплень зрізу $R_{Q,u}$ і вириванню $R_{N,u}$ залежно від виду і міцності матеріалу основи (x_1), діаметра анкерів (x_2) та глибини анкерування (x_3) рекомендується підраховувати за формулою

$$R_{Q,u}(R_{N,u}) = b'_0 + b_1 x_1 + \dots + b_p x_p + \dots + b_{12} x_{12} + \dots + b_{(p-1)p} x_{p-1} x_p + \dots + b_{11} (x_1^2 - \bar{x}_1^2) + \dots + b_{pp} (x_p^2 - \bar{x}_p^2), \quad (1)$$

де $x_0 = 1$ – фіктивний фактор, необхідний для розрахунку вільного члену поліному $b_0 = b'_0 - b_{11} \bar{x}_1^2 - \dots - b_{pp} \bar{x}_p^2$; x_i – фактори; p – кількість факторів; b_i, b_p – коефіцієнти рівняння регресії.

Розрахунок коефіцієнтів регресії в залежності (1) виконувався для чотирьох схем руйнування анкерних кріплень, які були зафіксовані в експериментах: 1а – виривання анкера з матеріалу основи, 1б – руйнування матеріалу основи (в досліді на виривання); 2а – руйнування внаслідок зрізу сталевго анкера, 2б – руйнування матеріалу основи (в досліді на зріз).

Відповідно до [7], значимість коефіцієнтів b_0, b_i, b_p рівняння регресії (1) перевіряли за допомогою критерію Стюдента, адекватність прийнятої математичної моделі і даних експериментів оцінювали за критерієм Фішера (при довірчій ймовірності $P=0,95$).

За рівнянням (1) підраховані значення опору на зріз $R_{Q,u}$ і виривання $R_{N,u}$ окремого анкерного кріплення в кам'яній кладці та бетоні

з вищезазначеними характеристиками. На експериментальних кривих залежностей „ $Q-v$ ” і „ $N-v$ ” (рисунок) цим величинам відповідає максимальне зусилля, прикладене до анкерів на висхідній ділянці діаграми деформування. Аналізуючи подібні залежності для всіх схем руйнування анкерних кріплень, можна виділити (з ймовірністю $P=0,95$) рівні $0,5 \cdot R_{Q,u}$ і $0,7 \cdot R_{N,u}$, які відповідають переміщенню анкера в межах монтажних допусків (наприклад, $v = 1,0$ мм при роботі на зріз і $v = 0,2$ мм – на виривання згідно з допусками фірм Fisher, Hilti [2-4]). Тобто $R_{Q,n} = 0,5 \cdot R_{Q,u}$ і $R_{N,n} = 0,7 \cdot R_{N,u}$.

Відповідно до методики розрахунку за граничними станами, розрахунковий опір анкерних кріплень потрібно визначати за формулами:

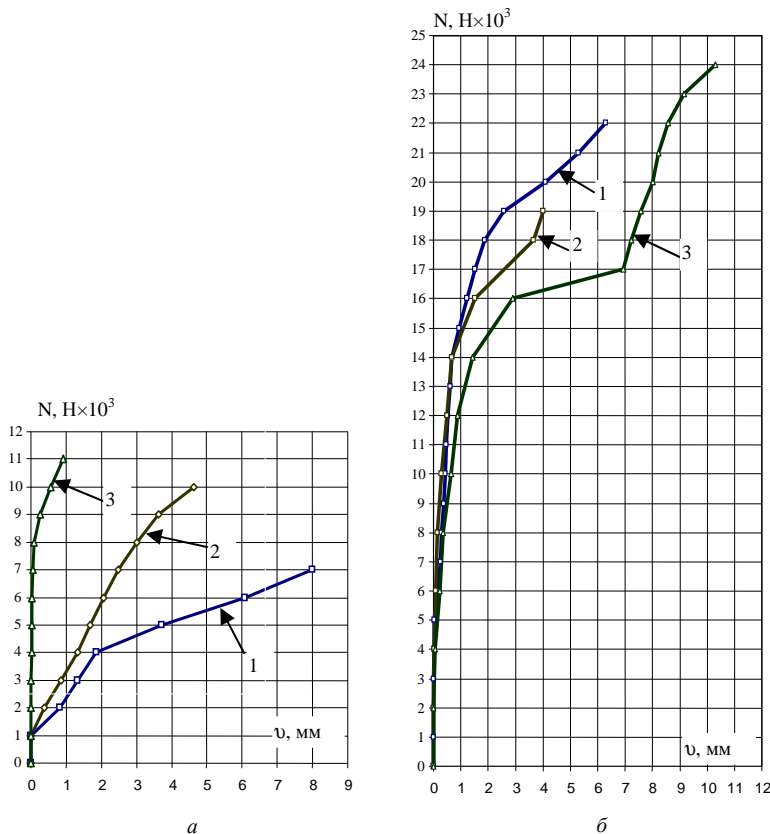
$$R_Q = \frac{R_{Q,n}}{\gamma_m} \cdot \gamma_{d_i}, \quad (2)$$

$$R_N = \frac{R_{N,n}}{\gamma_m} \cdot \gamma_{d_i}. \quad (3)$$

Рекомендована система коефіцієнтів надійності й умов роботи представлена в таблиці.

Система коефіцієнтів надійності та умов роботи

Фактори, які зумовлюють застосування коефіцієнтів	Коефіцієнти надійності за матеріалом (γ_m) та умов роботи (γ_{di})					
	кам'яної кладки		бетону		сталі	
	умовне позначення	числове значення	умовне позначення	числове значення	умовне позначення	числове значення
1. Можливе відхилення міцності матеріалу безпосередньо в конструкціях, недостатній розвиток пластичних деформацій для сталі тощо	γ_k	2,0	γ_{bc}	1,3	γ_s	1,1
2. Вид напруженого стану матеріалу (стиск, розтяг, зріз) та рівень напружень	γ_{k1}	1,1 1,0 0,8	γ_{b1}	1,1 1,0 0,9	γ_{s1}	1,0 0,9
3. Вплив тривалості дії навантажень	γ_{k2}	1,0 0,85	γ_{b2}	1,1 1,0 0,85	γ_{s2}	1,0 0,9



Залежність між зусиллям зрізу Q (а) та виривання N (б) і переміщеннями v анкерних кріплень до кам'яної кладки в напрямку дії сили (для випадку руйнування матеріалу основи):

1 – анкер діаметром $d = 8$ мм, довжиною анкерування $l_{an} = 80$ мм; 2 – анкер $d = 12$ мм, $l_{an} = 80$ мм; 3 – анкер $d = 20$ мм, $l_{an} = 80$ мм.

На підставі отриманих експериментальних даних визначені чотири можливі схеми руйнування (відмови) анкерних кріплень, для кожної з яких за формулою (1) можна визначити опір зрізу $R_{Q,u}$ і вириванню анкера $R_{N,u}$. Нормативний опір анкерних кріплень $R_{Q,n} = 0,5 \cdot R_{Q,u}$ і $R_{N,n} = 0,7 \cdot R_{N,u}$ рекомендується приймати (при $P = 0,95$) з умов обмеження деформацій анкерів у межах монтажних допусків. Розрахунковий опір анкерних кріплень визначається за

формулами (2), (3) при відповідних коефіцієнтах надійності та умов роботи, представлених у таблиці.

1.Губій М.М., Ахметнабієв Р.М. Проекування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій. – Харків: „Тимченко”, 2007. – 192 с.

2.Офіційний сайт компанії HILTI: <http://www.hilti.ru>.

3.Офіційний сайт компанії FISHER: <http://www.fischerwerke.ru>.

4. Офіційний сайт компанії MUNGO: <http://www.mungo.ru>.

5.Губій М.М., Коваленко О.С., Піскун В.А. Визначення несучої здатності розпірних анкерів для кріплення елементів зовнішнього утеплення будівель // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.12. – Рівне: НУВГП, 2005. – С.407-413.

6.Губій М.М., Коваленко О.С. Застосування розпірних анкерів для монтажного з'єднання елементів підсилення стін багатоповерхового пташника // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб. науч. тр. Ч.1. – Одесса: ОГАСА, 2006. – С.104-109.

7.Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – С.64 – 86.

Отримано 09.04.2007

УДК 625.768.5

І.В.КІЯШКО, канд. техн. наук, Д.М.НОВАКОВСЬКИЙ, О.Ю.ПАРХОМЕНКО
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ДОРОЖНЬОЇ КОНСТРУКЦІЇ В МІСЬКИХ УМОВАХ

Наводиться метод визначення параметрів шарів дорожньої конструкції, що характеризують її несучу здатність.

Експлуатація міських доріг має суттєві відмінності в порівнянні з експлуатацією доріг загального користування. Значна неоднорідність конструкції дорожнього одягу, наявність великої кількості комунікацій суттєво ускладнює використання загальноприйнятих методів визначення міцності дорожньої конструкції. При ремонті дорожніх одягів нарощуванням шарів дорожньої конструкції за умови відсутності достатнього обсягу інформації щодо фактичного стану існуючого конструктиву може призвести до передчасного руйнування шарів підсилення. Недостатня інформативність показника загального модуля пружності дорожньої конструкції в таких випадках достатньо очевидна. Використання методів руйнівного аналізу параметрів дорожньої конструкції, що характеризують її несучу здатність має свої суттєві недоліки особливо в умовах завантажених міських доріг.

Таким чином, розробка та застосування нових методів неруйнівного аналізу параметрів дорожньої конструкції, що характеризують її несучу здатність є достатньо актуальною задачею.